

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 7 日
Date of Application:

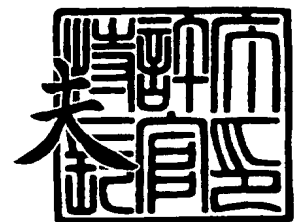
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 1 2 8 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 1 2 8 6]

出 願 人 株 式 会 社 デ ン ソ ー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 PNID4201

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G08G 1/16
B60R 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 磯貝 晃

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 寺村 英司

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 西村 隆雄

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100082500

【弁理士】

【氏名又は名称】 足立 勉

【電話番号】 052-231-7835

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007102

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004766

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 衝突回避制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車の前方に存在するターゲットと衝突することなく、該ターゲットとの相対速度がゼロとなるまで自車を減速する場合に必要な減速度である衝突回避要求減速度を求める演算手段と、

該演算手段にて求めた衝突回避要求減速度に従って前記ターゲットとの衝突の危険性を判定し、その判定結果に基づいて、前記ターゲットとの衝突を回避するための制御を行う制御手段と、

を備えることを特徴とする衝突回避制御装置。

【請求項 2】 前記演算手段は、前記ターゲットとの距離を D 、相対速度を V_r 、該ターゲットの加速度を A_f 、相対速度 V_r がゼロとなった時に前記ターゲットとの間で最低限確保すべき距離を D_{fin} 、ゲインを K_a ($0 \leq K_a \leq 1$) として、次式から衝突回避要求減速度 G を求めることを特徴とする請求項 1 記載の衝突回避制御装置。

$$G = V_r^2 / \{ 2 \times (D - D_{fin}) \} - K_a \times A_f$$

【請求項 3】 前記演算手段は、前記ターゲットとの距離が大きいほど、前記距離 D_{fin} 又はゲイン K_a のうち少なくとも一方を小さくすることを特徴とする請求項 2 に記載の衝突回避制御装置。

【請求項 4】 前記演算手段は、自車速又は前記ターゲットとの相対速度が小さいほど、前記距離 D_{fin} 又はゲイン K_a のうち少なくとも一方を小さくすることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の衝突回避制御装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記衝突回避要求減速度が予め設定された警報開始しきい値を上回ると警報を発生させる警報制御を開始し、該警報開始しきい値より小さな値に設定された警報停止しきい値を下回ると前記警報制御を停止することを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の衝突回避制御装置。

【請求項 6】 前記ターゲットとの距離や相対速度に基づいて目標加速度を設定し、該目標加速度に従って車両を加減速することにより、車両の走行状態を制御する走行状態制御装置と共に使用され、

前記制御手段が使用する前記警報開始しきい値を、前記走行状態制御装置にて制御可能な最大減速度に一致させたことを特徴とする請求項 5 に記載の衝突回避制御装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記衝突回避減速度が予め設定された減速開始しきい値を上回ると前記衝突回避要求減速度にて減速する減速制御を開始し、該減速開始しきい値より小さな値に設定された減速解除しきい値を下回ると前記減速制御を停止することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の衝突回避制御装置。

【請求項 8】 前記ターゲットとの距離や相対速度に基づいて目標加速度を設定し、該目標加速度に従って車両を加減速することにより、車両の走行状態を制御する走行状態制御装置と共に使用され、

前記制御手段が使用する前記減速開始しきい値を、前記走行状態制御装置にて制御可能な最大減速度より大きな値に設定することを特徴とする請求項 7 に記載の衝突回避制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自車の前方に存在するターゲットとの衝突の危険性がある場合に、衝突回避のための制御を行う衝突回避制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、自車及び先行車の速度や減速度等に基づいて、両車両の停止距離（例えば、特許文献 1 参照。）や、設定時間経過後における両車両の位置（例えば、特許文献 2 参照。）を推定し、その停止距離や、推定位置に基づいて、先行車との衝突の危険性を判定する装置が知られている。

【0 0 0 3】

しかし、これらの装置では、判定結果に基づいて制動装置を自動的に作動させようとした場合、上述の停止距離や推定位置からだけでは、どのような減速度を発生させれば衝突を回避できるのかが不明である。このため、上述の判定のため

の演算とは別に、減速制御の制御量を求めるための演算が必要となるという問題があった。

【0004】

これに対して、車間距離、相対速度、最低確保距離（いかなる場合でも先行車との間に残すべき最低限の距離）、先行車加速度、自車の仮減速度に基づき、自車が先行車に衝突しないようにするために必要な条件を反映した二次関数を生成し、この二次関数が示すグラフに基づいて、先行車との衝突の危険性を判定する装置が知られている（例えば、特許文献3参照。）。

【0005】

そして、この装置では、二次関数（放物線）を示すグラフの向きや、グラフの軸や切片の座標、二次関数の判別式などに基づいて衝突の可能性を判定すると共に、仮減速度の値を徐々に増大させながら同様の判定を繰り返すことにより、安全である（衝突の可能性がない）と判定された時の仮減速度を、減速制御での目標減速度として設定するようにされている。

【0006】

【特許文献1】

特開平08-132996号公報（段落[0014]～[0015]）

【特許文献2】

特開平05-181529号公報（段落[0041]）

【特許文献3】

特開平11-066495号公報（段落[0037]～[0052]、図2）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献3に記載の装置では、上述したように衝突の危険性を判定するために、二次関数のグラフの向き、グラフの軸や切片の座標、判別式といった多くの値を求めなければならないだけでなく、その判定を仮減速度を変化させて繰り返し行っているため、非常に多くの演算量を必要とし、制御が遅れてしまうおそれがあるという問題があった。

【0008】

また、仮減速度を変化させる範囲を一定とした場合、判定を繰り返す際に仮減速度の変化量を小さくするほど、演算量が増大するため、この仮減速度の変化量を十分に小さくすることができない。つまり、目標減速度を連続的な値として得ることができないため、減速制御を精度よく行うことができないという問題もあった。

【0009】

本発明は、上記問題点を解決するために、衝突の危険性の判定や衝突回避のための制御量の算出を少ない演算量にて精度よく行うことができる衝突回避制御装置を提供することを目的とする。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するためになされた本発明の衝突回避制御装置では、演算手段が、自車両の前方に存在するターゲットと衝突することなく、該ターゲットとの相対速度がゼロとなるまで自車両を減速する場合に必要な減速度である衝突回避要求減速度を求める。すると、制御手段が、その求めた衝突回避要求減速度に従ってターゲットとの衝突の危険性を判定し、その判定結果に基づいて、ターゲットとの衝突を回避するための制御を行う。

【0011】

つまり、従来装置のように、距離や位置を予測して衝突するか否かを判定するのではなく、最初から衝突を回避するために必要な減速度（衝突回避要求減速度）を求めている。

従って、その演算値の大きさから衝突の危険性を判定できるだけでなく、その演算値をそのまま衝突回避のための制御を行う際の制御量として用いることができ、しかも、その制御量を連続的な値として求めることができる。換言すれば、衝突回避制御のために必要な減速度を精度よく少ない演算量で求めることができる。

【0012】

なお、演算手段は、例えば、ターゲットとの距離を D 、相対速度を V_r 、該タ

ターゲットの加速度を A_f 、相対速度 V_r がゼロとなった時に前記ターゲットとの間で最低限確保すべき距離（以下「最低確保距離」と称する。）を D_{fin} 、ゲインを K_a ($0 \leq K_a \leq 1$) として、次式から衝突回避要求減速度 G を求めればよい。

【0 0 1 3】

$$G = V_r^2 / \{ 2 \times (D - D_{fin}) \} - K_a \times A_f \quad (1)$$

即ち、 t 秒後における自車位置 P_m 、自車速 V_m 、ターゲット位置 P_f 、ターゲット速度 V_f は、現在の自車位置 P_{m0} 、自車速 V_{m0} 、ターゲット位置 P_{f0} 、ターゲット速度 V_{f0} 、及び自車加速度 A_m を用いて次の (2) ~ (5) 式から求めることができる。

【0 0 1 4】

$$P_m = P_{m0} + V_{m0} \cdot t + 1/2 \cdot A_m \cdot t^2 \quad (2)$$

$$V_m = V_{m0} + A_m \cdot t \quad (3)$$

$$P_f = P_{f0} + V_{f0} \cdot t + 1/2 \cdot A_f \cdot t^2 \quad (4)$$

$$V_f = V_{f0} + A_f \cdot t \quad (5)$$

また、ターゲットとの距離 D 、相対速度 V_r は、現在の自車位置 P_{m0} 、自車速 V_{m0} 、ターゲット位置 P_{f0} 、ターゲット速度 V_{f0} を用いて、次の (6) ~ (7) 式で表すことができる。

【0 0 1 5】

$$D = P_{f0} - P_{m0} \quad (6)$$

$$V_r = V_{f0} - V_{m0} \quad (7)$$

ここで、ターゲットとの距離が D_{fin} に達するまでに、自車とターゲットとの相対速度をゼロにできれば衝突を回避できるため、この条件を満たすには、次の (8) (9) 式が成立すればよい。

【0 0 1 6】

$$P_f - P_m = D_{fin} \quad (8)$$

$$V_f = V_m \quad (9)$$

この条件を利用して時間 t を消去し、自車加速度 A_m について解いて、 $G = -A_m$ とすると、(10) 式が得られる。つまり、(10) 式からは、ターゲット

との距離を最低確保距離 D_{fin} だけ残して衝突を回避するために最低限必要な減速度が、衝突回避要求減速度 G として求められる。

【0017】

$$G = V_r^2 / \{2 \times (D - D_{fin})\} - A_f \quad (10)$$

更に、ターゲット加速度 A_f の影響を調節するため、このターゲット加速度 A_f にゲイン K_a を乗じることで (1) 式が得られるのである。

そして、このように (1) 式を用いて衝突回避要求減速度 G を求める場合、演算手段は、ターゲットとの距離が大きいほど、最低確保距離 D_{fin} 又はゲイン K_a のうち少なくとも一方を小さくするようにしてもよい。

【0018】

また、演算手段は、自車速又はターゲットとの相対速度が小さいほど、最低確保距離 D_{fin} 又はゲイン K_a のうち少なくとも一方を小さくするようにしてもよい。

更に、これらを組み合わせて、演算手段は、ターゲットとの距離 D と自車速 V_m とから算出される車間時間 ($= D / V_m$) や、ターゲットとの距離 D と相対速度 V_r から算出される接近時間 ($= D / |V_r|$) が大きいほど、最低確保距離 D_{fin} 又はゲイン K_a のうち少なくとも一方を小さくするようにしてもよい。

【0019】

このように、最低確保距離ターゲットとの距離が十分に大きい、又は自車速やターゲットとの相対速度が十分に小さい場合、即ち、運転者のステアリング操作等で容易に衝突を回避できるような状況の場合には、衝突回避要求減速度 G の値を抑制することにより、運転者の感覚に合わない無用な減速制御が作動してしまうことを防止でき、適切なタイミング、適切な制御量にて減速制御を実施することができる。

【0020】

ところで、制御手段では、ターゲットとの衝突を回避するための制御として、例えば、警報を発生させる警報制御を作動させるようにしてもよい。そして、衝突回避要求減速度が予め設定された警報開始しきい値を上回ると警報制御を開始し、警報開始しきい値より小さな値に設定された警報停止しきい値を下回ると警

報制御を停止するようにすれば、チャタリング無く適切に警報制御の開始、終了を判断することができる。

【 0 0 2 1 】

そして、特に、ターゲットとの距離や相対速度に基づいて目標加速度を設定し、その目標加速度に従って車両を加減速することにより、車両の走行状態を制御する走行状態制御装置と共に当該装置が使用される時には、制御手段が使用する警報開始しきい値を、走行状態制御装置にて制御可能な最大減速度に一致させることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

この場合、走行状態制御装置での制御では衝突を回避できなくなった時に警報が発生するため、運転者が介入すべきタイミングを適切に報知することができる。

また、制御手段では、ターゲットとの衝突を回避するための制御として、例えば、衝突回避要求減速度にて減速する減速制御を作動させるようにしてもよい。そして、衝突回避減速度が予め設定された減速開始しきい値を上回ると減速制御を開始し、減速開始しきい値より小さな値に設定された減速解除しきい値を下回ると減速制御を停止するように構成すれば、チャタリング無く適切に減速制御の開始、終了を判断することができる。

【 0 0 2 3 】

そして、特に、ターゲットとの距離や相対速度に基づいて目標加速度を設定し、その目標加速度に従って車両を加減速することにより、車両の走行状態を制御する走行状態制御装置と共に当該装置が使用される時には、制御手段が使用する減速開始しきい値を、走行状態制御装置にて制御可能な最大減速度より大きな値に設定することが望ましい。しかも、その減速度の差は、車両の挙動に、乗員の体感で識別可能な差が生じるような大きさに設定することが望ましい。

【 0 0 2 4 】

この場合、走行状態制御装置による制御と、当該装置による衝突回避のための減速制御とを相互に適切な作動タイミングで作動させることができるだけでなく、走行状態制御装置による制御の限界（最大減速度に到達したこと）に達し、衝

突回避のための減速制御が作動したことを、運転者に確実に認知させることができる。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

図 1 は、実施形態の衝突回避制御システムの概略構成を示したブロック図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、本実施形態の衝突回避制御システムは、衝突回避電子制御装置（以下「衝突回避 E C U」と称す。） 2、エンジン電子制御装置（以下「エンジン E C U」と称す。） 3、ブレーキ電子制御装置（以下「ブレーキ E C U」と称す。） 4、メータ電子制御装置（以下「メータ E C U」と称す。） 5を備え、これらは L A N 通信バスを介して互いに接続されている。また、各 E C U 2, 3, 4, 5 は、いずれも周知のマイクロコンピュータを中心に構成され、少なくとも L A N 通信バスを介して通信を行うためのバスコントローラを備えている。尚、本実施形態では、L A N 通信バスを介して行う E C U 間のデータ通信は、車載ネットワークで一般的に利用されている C A N（ドイツ、Robert Bosch社が提案した「Controller Area Network」）プロトコルを用いている。

【 0 0 2 7 】

また、衝突回避 E C U 2 は、レーダセンサ 6、警報ブザー 7、衝突回避制御許可スイッチ 8 とともに接続されている。なお、衝突回避制御許可スイッチ 8 は、衝突回避 E C U 2 を起動、停止するためのスイッチである。

このうち、レーダセンサ 6 は、いわゆる「レーザレーダセンサ」として構成されたものであり、具体的には、レーザによるスキャニング測距器とマイクロコンピュータとを中心として構成されている電子回路である。

【 0 0 2 8 】

そして、スキャニング測距器が車幅方向の所定角度範囲にレーザ光をスキャン照射し、その反射光に基づいて検出したターゲットの角度や距離、および衝突回避 E C U 2 から受信する現車速、カーブ曲率半径の推定値（以下「推定 R」と称

す。)等に基づいて、ターゲットが自車線上に存在する確率を示す自車線確率やターゲットの属性(車両/非車両/不明など)を示す属性情報、ターゲットの軌跡を示す軌跡情報などを求める。そして、これら自車線確率、属性情報、軌跡情報を、距離、相対速度、相対速度を微分してなる相対加速度等の情報も含めた先行車情報として衝突回避 ECU 2 に送信する。また、レーダセンサ 6 自身のダイアグノーシス信号も衝突回避 ECU 2 に送信する。なお、ここではレーダ波としてレーザ光を用いているが電波(例えばミリ波など)を用いてもよい。

【0029】

次に、エンジン ECU 3 は、車両速度を検出する車速センサ 10、アクセルペダル開度を検出するアクセルペダル開度センサ 11 に基づいて、現車速やアクセルペダルの操作状態を示すペダル状態(アクセル)を衝突回避 ECU 2 へ送信する。一方、衝突回避 ECU 2 からは、後述する衝突回避制御フラグ、要求減速度、ダイアグノーシス信号等を受信し、この受信により得た情報から判断する運転状態に応じて、エンジンのスロットル開度を調整する電子スロットル 12 等に対して駆動指令(スロットル開度指令値)を出力する。

【0030】

ブレーキ ECU 4 は、車両の操舵角を検出するステアリングセンサ 13、車両旋回状態を示すヨーレートを検出するヨーレートセンサ 14 からの操舵角やヨーレートに加え、ブレーキペダルの踏み込み状態を検出するブレーキペダル踏力センサ 15 からのペダル状態(ブレーキ)を衝突回避 ECU 2 に送信する。一方、衝突回避 ECU 2 からは、衝突回避制御フラグ、要求減速度等を受信し、この受信により得た情報から判断する運転状態に応じて、ブレーキ力を制御するためにブレーキ油圧回路のホイールシリンダー(W/C)圧を制御するブレーキアクチュエータ 16 等に対して駆動指令を出力する。

【0031】

メータ ECU 5 は、LAN を介して車速、エンジン回転数、ドアの開閉状態、変速機のシフトレンジ等についての情報を受信して、これら車両の各種状態を図示しないメータ表示器に表示すると共に、衝突回避 ECU 2 から後述する衝突回避警報フラグ、ダイアグノーシス信号などを受信し、これらの情報をヘッドアッ

ディスプレイ 17 等に表示する。

【0032】

衝突回避 ECU 2 は、エンジン ECU 3 から現車速 (Vm) やペダル状態 (アクセル) を受信し、ブレーキ ECU 4 から操舵角 (str-eng, S0)、ヨーレート、ペダル状態 (ブレーキ) 等を受信する。そして、衝突回避制御許可スイッチ 8 がオンされている時には、レーダセンサ 6 から受信した先行車情報等に基づいて制御対象とすべき先行車を決定して、その先行車との衝突の危険性を判定し、更にその判定結果を示す衝突回避警報フラグ及び衝突回避制御フラグと共に、ダイアグノーシス信号や制動力を適切に調節するための制御指令値である要求減速度等を、各 ECU 3, 4, 5 に対して送信する。

【0033】

なお、衝突回避警報フラグは、警報ブザー 7 を鳴動させる警報制御の実行状態 (実行中はセット) を示し、また、衝突回避制御フラグは、先行車との衝突回避に必要な制動力を発生させる減速制御の実行状態 (実行中はセット) を示すものである。

【0034】

次に、衝突回避 ECU 2 が実行するメイン処理を、図 2 に示すフローチャートに沿って説明する。

本処理では、まず、レーダセンサ 6 から先行車情報などのレーダデータを受信し (S100)、続けてエンジン ECU 3、ブレーキ ECU 4 から現車速 (Vm)、ペダル状態 (アクセル、ブレーキ)、操舵角 (str-eng, S0)、ヨーレート等の CAN データを受信する (S200)。

【0035】

そして、S200 にて取得した操舵角、ヨーレート、現車速に基づいて自車両の進行方向を表す推定 R を算出すると共に、S100 にて取得したレーダデータの自車線確率、属性情報、軌跡情報などに基づいて、制御対象とすべきターゲット (先行車) を選択する (S300)。具体的には、自車線確率がある程度高く、且つ属性情報が車両或いは不明であり、軌跡情報が自車に向かって移動していると判定されたものの中から、最も自車両の近くに存在するターゲットを先行車

として抽出する

次に、S 3 0 0 で選択した先行車を制御対象として、衝突回避要求減速度 G を求める (S 4 0 0)。

【0 0 3 6】

具体的には、S 3 0 0 で選択した先行車との距離を D 、相対速度を V_r 、その先行車の加速度を A_f 、相対速度 V_r がゼロとなった時に前記ターゲットとの間で最低限確保すべき距離 (最低確保距離) を D_{fin} 、ゲインを K_a ($0 \leq K_a \leq 1$) として、次の (1 1) 式から求める。なお、先行車の加速度 A_f は、自車速 V_m を微分することで算出した自車加速度 A_m に、レーダデータの先行車情報に含まれる相対加速度 A_r を加算 ($A_f = A_m + A_r$) することで求める。

【0 0 3 7】

$$G = V_r^2 / \{ 2 \times (D - D_{fin}) \} - K_a \times A_f \quad (1 1)$$

つまり、先行車との距離が最低確保距離 D_{fin} となるまでに、相対速度 V_r がゼロとなるようにするために最低限必要な減速度を、衝突回避要求減速度 G として求めている。

【0 0 3 8】

但し、最低確保距離 D_{fin} は、図 3 (a) に示すように、車間時間 $T_D (= D / V_m)$ に応じて可変設定され、 $T_D = 0 \sim T_{D1}$ [s] では一定距離 $D_{fin} = X$ [m] (本実施形態では $X = 2$ m) となり、 $T_D = T_{D1} \sim T_{D2}$ [s] では、 V_m の増加に比例して $D_{fin} = X \sim 0$ [m] に減少し、 $T_D > T_{D2}$ [s] では $D_{fin} = 0$ [m] となるようにされている。

【0 0 3 9】

また、ゲイン K_a は、図 3 (b) に示すように、車間距離 D に応じて可変設定され、 $D = 0 \sim D_1$ [m] では、一定値 $K_a = 1$ となり、 $D = D_1 \sim D_2$ [m] では、 D の増加に比例して $K_a = 1 \sim 0$ に減少し、 $D > D_2$ [m] では $K_a = 0$ となるようにされている。

【0 0 4 0】

ここでは、最低確保距離 D_{fin} を車間時間 T_D に応じて変化させているが、車間距離 D 、接近時間 $D / |V_r|$ 、自車速 V_m 、相対速度 V_r のいずれかに応じ

て変化させるように構成してもよい。また、ここでは、加速度ゲイン K_a を車間距離 D に応じて変化させているが、車間時間 D/V_m 、接近時間 $D/|V_r|$ 、自車速 V_m 、相対速度 V_r のいずれかに応じて変化させるように構成してもよい。但し、自車速 V_m や相対速度 V_r を用いる場合、これらが大きいほど、最低確保距離 D_{fin} やゲイン K_a が大きくなるように設定する必要がある。

【0041】

以下、S100、S200にて受信したレーダデータやCANデータ、S400にて算出した衝突回避要求減速度 G を用いて、S300にて選択した先行車を対象とした衝突回避警報判定 (S500)、及び衝突回避制御判定 (S600) を実行する。なお、これら各処理の詳細は後述する。

【0042】

その後、エンジンECU3、ブレーキECU4、メータECU5へは、S500、S600での判定結果を示す衝突回避警報フラグ、衝突回避制御フラグや、要求減速度、ダイアグノーシス信号などのCANデータを送信し (S700)、レーダセンサ6へは、現車速 (V_m)、推定 R などのデータを送信して (S800)、本処理を終了する。

【0043】

次に、S500、S600に示した各処理の詳細について順番に説明する。

まず、S500にて実行する衝突回避警報判定では、図4のフローチャートに示すように、まず衝突回避警報を発生させるべき場合にセットされる衝突回避警報フラグ X_A が1にセットされているか否かを判断し (S501)、セットされていないければ、衝突回避警報を発生させる条件が成立しているか否かを判定する以下の処理 (S502～S505) を実行する。

【0044】

即ち、先のS300にて先行車が選択されたか否か (S502)、先行車に接近中 (相対速度 $V_r < 0$) であるか否か (S503)、S400で求めた衝突回避要求減速度 G は、予め設定された警報開始しきい値 G_{ath} より大きいか否か (S504) を順次判断する。そして、いずれか一つでも否定判定された場合、即ち、先行車が選択されていないか、 $V_r \geq 0$ か、 $G \leq G_{ath}$ かのいずれか一つで

も該当する場合には、衝突回避のための減速制御が開始される可能性は低いものとして、衝突回避警報フラグXAを操作することなく、そのまま本処理を終了する。

【0045】

一方、S502～S504のいずれでも肯定判定された場合、即ち、先行車を選択されており、且つ $V_r < 0$ 、且つ $G > G_{ath}$ である場合には、衝突回避のための減速制御が開始される可能性が高いものとして、衝突回避警報フラグXAを1にセットして（S505）、本処理を終了する。

【0046】

また、先のS501にて衝突回避警報フラグXAが1にセットされていると判定された場合は、衝突回避警報を解除する条件が成立しているか否かを判定する以下の処理（S506～S510）を実行する。

即ち、先のS300にて先行車を選択されたか否か（S506）、衝突回避警報フラグXAが1にセットされた状態が予め設定された最低継続時間 T_{min} （本実施形態では1秒）以上継続しているか否か（S507）、先行車に接近中（相対速度 $V_r < 0$ ）であるか否か（S508）、S400で求めた衝突回避要求減速度 G は、警報開始しきい値 G_{ath} から所定値 G_{aoff} （本実施形態では 0.5 m/s^2 ）を減算した警報停止しきい値 $G_{ath} - G_{aoff}$ 以下であるか否か（S509）を順次判断する。

【0047】

そして、S506にて先行車を選択されていないと判定された場合、又はS507～S509にて、 $XA = 1$ が最低継続時間 T_{min} 以上継続しており、且つ $V_r \geq 0$ 或いは $G \leq G_{ath} - G_{aoff}$ である場合には、衝突回避のための減速制御が開始される可能性が低くなったものとして、衝突回避警報フラグXAを0にリセットして（S510）、本処理を終了する。

【0048】

一方、S506にて先行車を選択されていると判定され、且つS507～S509にて、 $XA = 1$ の継続時間は最低継続時間 T_{min} 未満であるか、又は $V_r < 0$ 且つ $G > G_{ath} + G_{aoff}$ であると判定された場合は、衝突回避のための減速制

御が開始される可能性は依然として高いものとして、衝突回避警報フラグ X A を操作することなく、そのまま本処理を終了する。

【0049】

つまり、本処理では、衝突回避警報フラグ X A がリセットされている時には、選択された先行車に接近中である場合にのみ、衝突回避要求減速度 G に従って衝突回避警報フラグ X A をセットするか否かの判定を行う。

一方、衝突回避警報フラグ X A がセットされている時には、先行車が選択されてなければ、無条件に衝突回避警報フラグ X A をリセットする。また、先行車が選択されている場合には、先行車が接近中でなければ、衝突回避警報フラグ X A をリセットし、接近中であれば、衝突回避要求減速度 G に従って衝突回避警報フラグ X A をリセットするか否かの判定を行う。

【0050】

但し、衝突回避警報フラグ X A が一旦セットされると、先行車がいなくならない限り、そのセットされた状態が最低継続時間 T_{min} の間は継続するようにされ、また、衝突回避警報フラグ X A をセット又はリセットする際に使用するしきい値はヒステリシスを有するようにされている。

【0051】

次に、S 600 にて実行する衝突回避制御判定では、図 5 のフローチャートに示すように、まず衝突回避警報フラグ X A が 1 にセットされているか否かを判断し (S 600)、セットされていなければ衝突回避制御フラグ X C をリセット後 (S 605)、本処理を終了する。一方、セットされていると判定された場合は、衝突回避のための減速制御を実行すべき場合にセットされる衝突回避制御フラグ X C が 1 にセットされているか否かを判断し (S 601)、セットされていなければ、衝突回避のための減速制御を実行する条件が成立しているか否かを判定する以下の処理 (S 602 ~ S 603) を実行する。

【0052】

即ち、S 400 で求めた衝突回避要求減速度 G は、警報開始しきい値 G_{ath} より大きな値に設定された減速開始しきい値 G_{cth} (本実施形態では $G_{cth} = G_{ath} + 0.98 [m/s^2]$) より大きいか否か (S 602) を判断し、 $G \leq G_{ct}$

h であれば、衝突回避のための減速制御は必要ないものとして、衝突回避制御フラグXCを操作することなく、そのまま本処理を終了する。一方、 $G > G_{cth}$ であれば衝突回避のための減速制御をすべきものとして、衝突回避制御フラグXCを1にセットして(S603)、本処理を終了する。

【0053】

また、先のS601にて衝突回避制御フラグXCが1にセットされていると判定された場合は、衝突回避のための減速制御を解除する条件が成立しているか否かを判定する以下の処理(S604～S605)を実行する。

即ち、S400で求めた衝突回避要求減速度Gは、減速開始しきい値 G_{cth} から所定値 G_{coff} (本実施形態では 0.5 m/s^2)を減算した減速解除しきい値 $G_{cth} - G_{coff}$ 以下であるか否か(S604)を判断し、 $G > G_{cth} - G_{coff}$ であれば、衝突回避のための減速制御を継続する必要があるものとして、衝突回避制御フラグXCを操作することなく、そのまま本処理を終了する。一方、 $G \leq G_{cth} - G_{coff}$ であれば、衝突回避のための減速制御は解除するものとして、衝突回避制御フラグXCを0にリセット後(S605)、本処理を終了する。

【0054】

つまり、本処理では、衝突回避警報フラグXAがセットされている場合に、衝突回避制御フラグXCのセット、リセットを、衝突回避要求減速度Gと、ヒステリシスを有するしきい値とを比較することで行うようにされている。

このようにして設定された衝突回避警報フラグXA及び衝突回避制御フラグXCは、警報ブザー7に供給されると共に、CANデータとして各ECU3, 4, 5にも送信される。この時、衝突回避要求減速度Gも、要求減速度として、エンジンECU3及びブレーキECU4に送信される。

【0055】

そして、衝突回避警報フラグXAがセットされると、警報ブザー7が警報を発生させると共に、メータECU5が、ヘッドアップディスプレイ17にブレーキ操作を促すメッセージを表示する等して、衝突回避のための減速制御に備えるための視覚的な告知を行う。

【0056】

また、衝突回避制御フラグXCがセットされると、エンジンECU3が、受信した要求減速度に基づいて、スロットル開度指令値を求めて電子スロットル12を駆動制御すると共に、ブレーキECU4が、受信した要求減速度に基づいて、W/C圧指令値を求めてブレーキアクチュエータ16を駆動制御する。具体的には、実際の減速度が要求減速度より小さい場合に、スロットルを閉じるようなスロットル開度指令値や、制動力を増大させるようなブレーキアクチュエータの駆動指令値を算出する。これにより、要求減速度に従った減速制御が実現される。

【0057】

なお、本実施形態において、S400が演算手段、S500～S700及びエンジンECU3、ブレーキECU4、メータECU5が制御手段に相当する。

このように構成された本実施形態の衝突回避制御システムでは、図6に示すように、衝突回避要求減速度Gが警報開始しきい値 G_{ath} を越えて大きくなると、衝突回避警報が開始される。

【0058】

その後、衝突回避要求減速度Gが、減速開始しきい値 G_{cth} にまで達することなく、警報停止しきい値 $G_{ath} - G_{aoff}$ より小さな値に復帰すると、衝突回避警報は解除される。但し、値 $G_{ath} - G_{aoff}$ より小さな値に復帰するまでの時間が最低継続時間 T_{min} に満たない時には、最低継続時間 T_{min} を経過するまで衝突回避警報は継続される。

【0059】

一方、衝突回避警報中に、衝突回避要求減速度Gが減速開始しきい値 G_{cth} を越えて大きくなると、衝突回避のための減速制御が開始される。その後、衝突回避要求減速度Gが減速解除しきい値 $G_{cth} - G_{coff}$ より小さな値に復帰すると、減速制御は解除される。

【0060】

以上説明したように、本実施形態の衝突回避制御システムでは、先行車との距離が最低確保距離 D_{fin} となるまでに、相対速度 V_r がゼロとなるようにするために最低限必要な減速度である衝突回避要求減速度Gを求め、その衝突回避要求減速度Gに従って、先行車との衝突の危険性を判定すると共に、衝突の危険性が

高い時には、警報制御を行ったり、判定に用いた衝突回避要求減速度 G を制御量として減速制御を行ったりするようにされている。

【0061】

このように、本実施形態の衝突回避制御システムによれば、衝突の危険性を判定するための判定値とは別に、衝突回避のための減速制御に用いる制御量を改めて求める必要がないだけでなく、この制御量（判定値）を連続的な値として求めることができ、換言すれば、減速制御のために必要な制御量（減速度）を少ない演算量にて精度よく求めることができる。

【0062】

また、本実施形態の衝突回避制御システムでは、衝突回避要求減速度 G の算出に用いる最低確保距離 D_{fin} やゲイン K_a を、車間時間 T_D や車間距離 D が大きいほど、小さくなるように可変設定している。

このため、本実施形態の衝突回避制御システムによれば、先行車との距離 D が十分に大きかったり、自車速 V_m が十分に小さかったりした場合、即ち、運転者のステアリング操作等で容易に衝突を回避できるような状況の場合には、衝突回避要求減速度 G の値が抑制されるため、運転者の感覚に合わない無用な減速制御が作動してしまうことを防止でき、適切なタイミング、適切な制御量にて減速制御を実施することができる。

【0063】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な態様にて実施することが可能である。

例えば、上記実施形態の衝突回避制御システムを、アダプティブ・クルーズ・コントロール（ACC）を行う装置と併用してもよい。なお、ACCとは、先行車との距離、相対速度、自車の走行状態に基づいて設定される目標加速度が得られるように自車両のエンジン、ギア、ブレーキを自動的に制御して、その先行車との適正車間距離を保持するものである。

【0064】

この場合、ACCにて設定される目標加速度の下限值（目標減速度の上限値）と、警報開始しきい値 G_{ath} とを一致させるように設定すると共に、目標加速度

の下限值（目標減速度の上限値）と減速開始しきい値 G_{cth} とは、ACC による制御と減速制御とでは車両の挙動に体感で識別可能な差が生じるように、比較的大きな差（0.1 G 以上）を有するように設定することが望ましい。

【0065】

これにより、ACC では十分な安全性を確保できない状況に陥ったことや、衝突回避制御が開始されたことを、運転者に確実に認識させると共に、運転者の介入を促すことができ、その結果、走行の安全性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 衝突回避制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】 衝突回避 ECU が実行するメイン処理の内容を示すフローチャートである。

【図3】 衝突回避要求減速度の算出に使用する加速度ゲイン、及び最低確保距離の設定に使用するテーブルの内容を説明するためのグラフである。

【図4】 衝突回避警報判定の内容を示すフローチャートである。

【図5】 衝突回避制御判定の内容を示すフローチャートである。

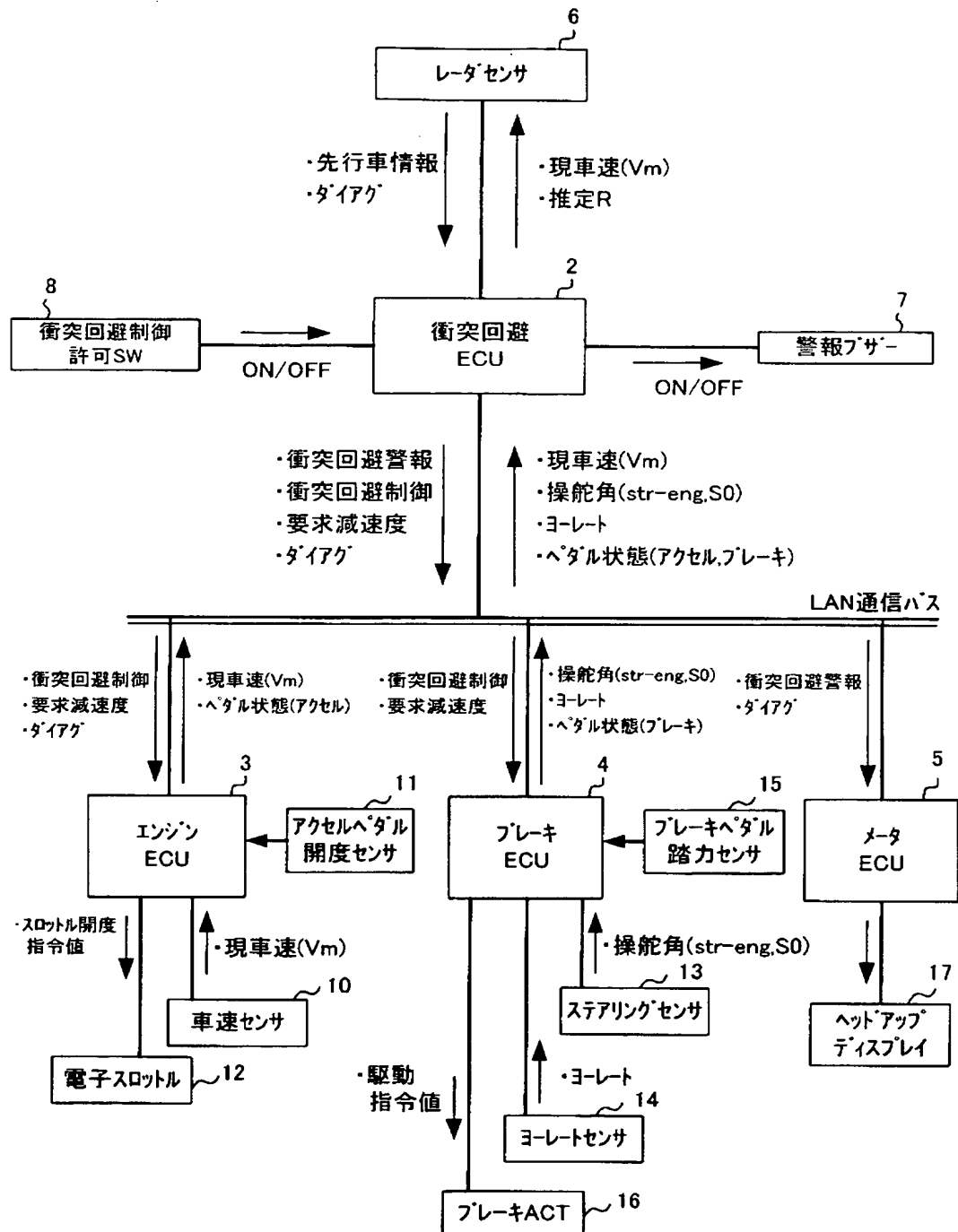
【図6】 衝突回避要求減速度と状態遷移との関係を示す説明図である。

【符号の説明】

2…衝突回避 ECU、3…エンジン ECU、4…ブレーキ ECU、5…メータ ECU、6…レーダセンサ、7…警報ブザー、8…衝突回避制御許可スイッチ、10…車速センサ、11…アクセルペダル開度センサ、12…電子スロットル、13…ステアリングセンサ、14…ヨーレートセンサ、15…ブレーキペダル踏力センサ、16…ブレーキアクチュエータ、17…ヘッドアップディスプレイ。

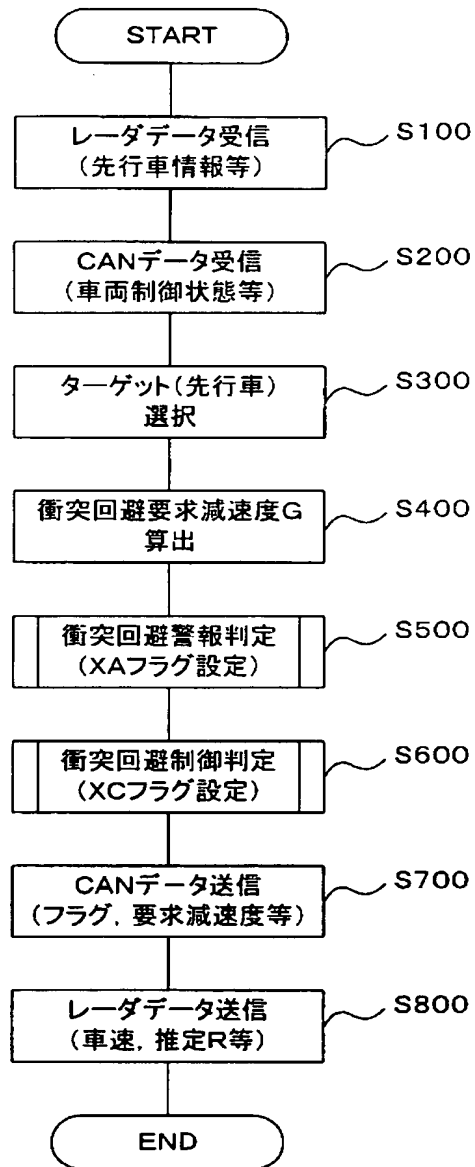
【書類名】 図面

【図 1】

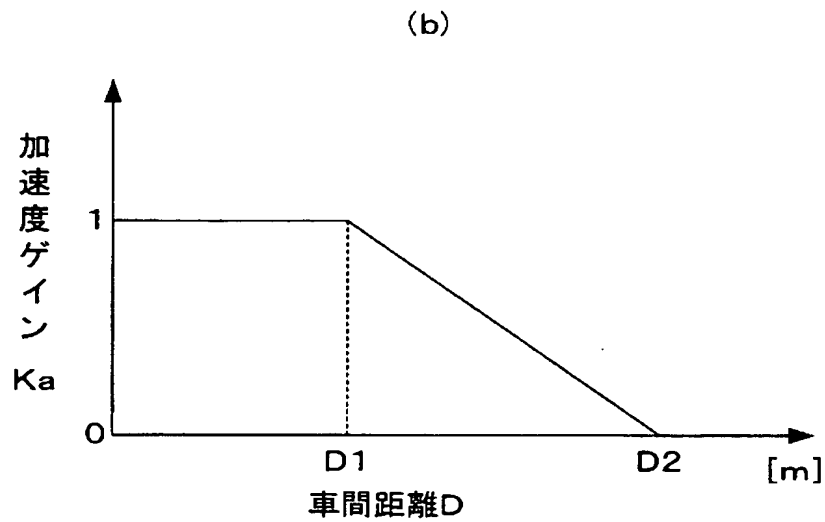
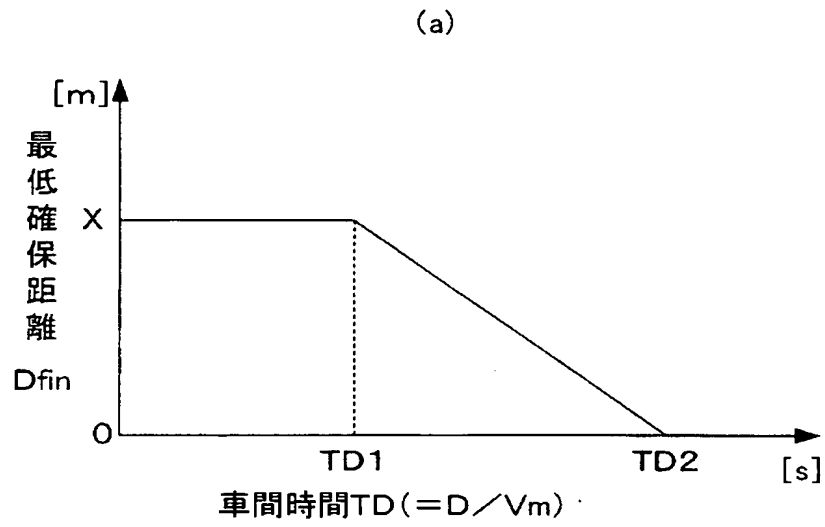


【図 2】

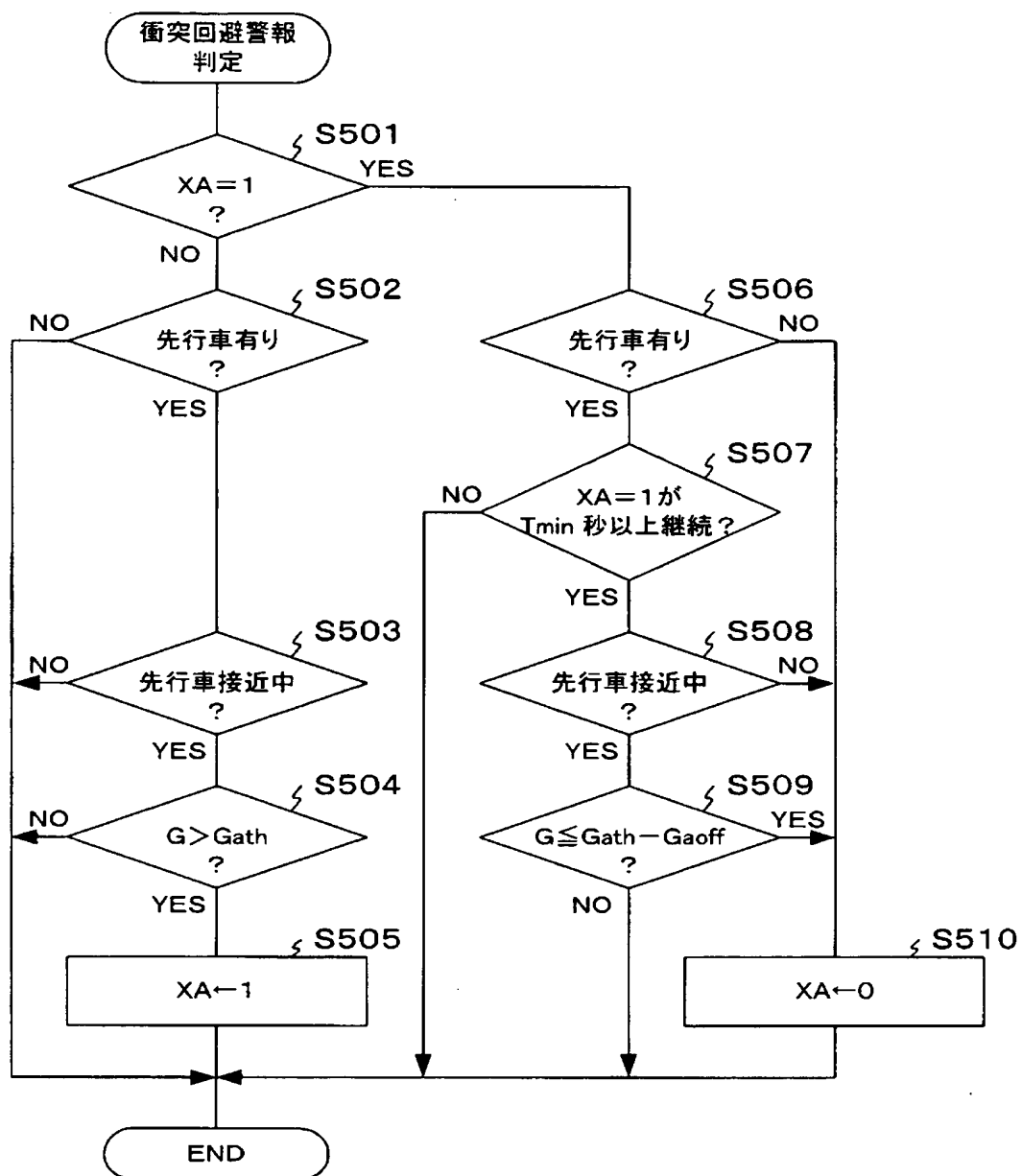
[衝突回避ECUメイン処理]



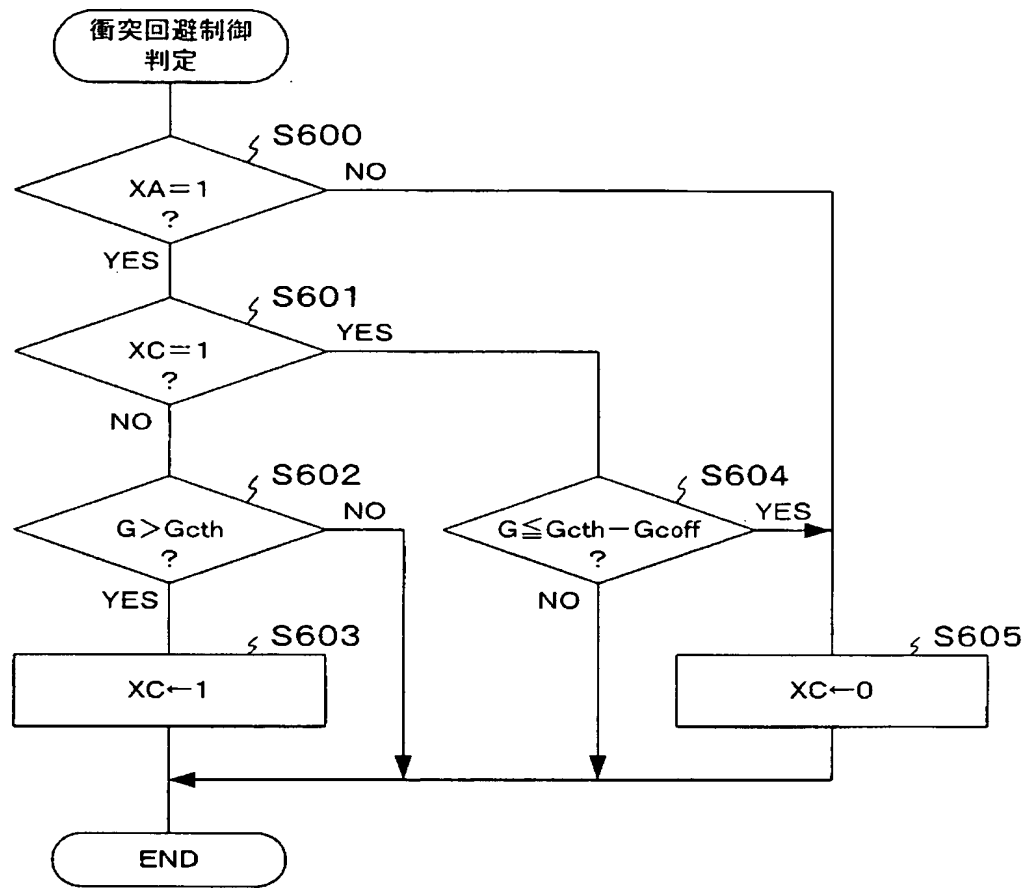
【図 3】



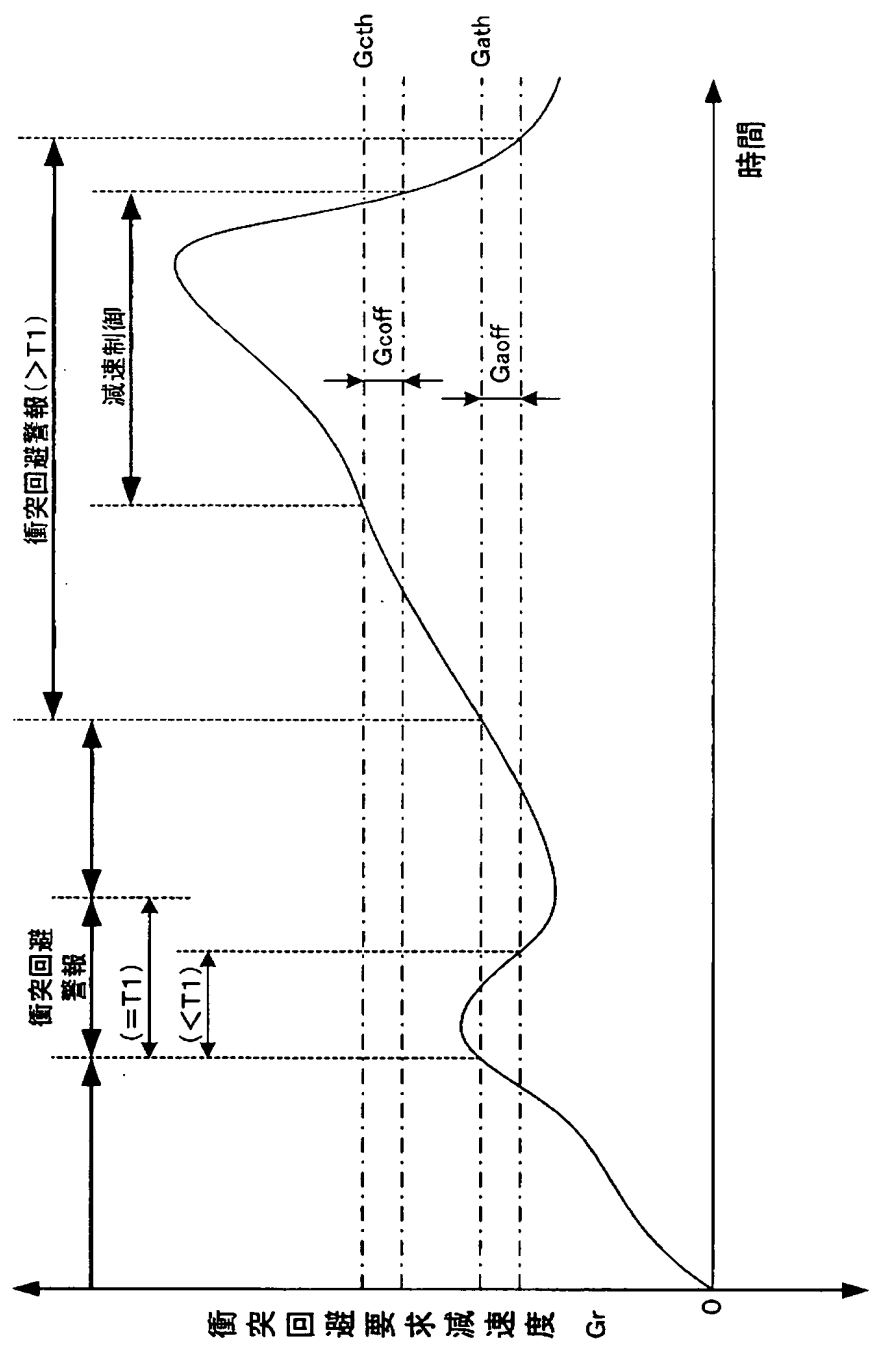
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 衝突の危険性の判定や衝突回避のための制御量の算出を少ない演算量にて精度よく行うことができる衝突回避制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 レーダセンサや各 E C U から受信した各種情報に基づいて、制御対象とすべきターゲット（先行車）を選択し（S100～S300）、選択した先行車との距離を D、相対速度を V_r、先行車加速度を A_f、最低確保距離を D_{fin}、ゲインを K_a（0 ≤ K_a ≤ 1）として、次式から、先行車との距離が最低確保距離 D_{fin} となるまでに、相対速度 V_r がゼロとなるようにするために最低限必要な減速度を、衝突回避要求減速度 G として求める（S400）。

$$G = V_r^2 / \{ 2 \times (D - D_{fin}) \} - K_a \times A_f$$

この衝突回避要求減速度 G を、衝突の危険性の判定に用いると共に、衝突回避のための減速制御を実行する際の制御量としても用いる（S500～S700）。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 5 1 2 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー